



TITLE:

強および弱空間分散の場合の磁気
プラズマ表面波(「Theory of
Excitations on Ideal Surfaces」 報告
,基研短期研究会)

AUTHOR(S):

大村, 泰久; 辻, 幹男

CITATION:

大村, 泰久 ...[et al]. 強および弱空間分散の場合の磁気プラズマ表面波(「Theory of
Excitations on Ideal Surfaces」 報告,基研短期研究会). 物性研究 1975, 23(6): D34-D36

ISSUE DATE:

1975-03-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/88929>

RIGHT:

強および弱空間分散の場合の磁気 プラズマ表面波

九大工 大村泰久, 辻 幹男

磁場が半無限導体の表面に垂直に印加されている場合の表面プラズマ波について調べた結果を報告する。電子は表面で Specular に散乱されると仮定し, また簡単のために電子の緩和時間 τ が無限大の場合について述べる。電気伝導度の非局所性のために, 局所近似では出てこない Surface mode が現われることが示される。

1. 強分散領域¹⁾

金属表面を $x-y$ 平面にとり, x 方向に波数 q_x で伝播する表面波を考える。金属内部に向けて Z 軸をとる, 磁場は Z 軸に平行にかけられているとする。一般に磁場が存在する時には表面波の分散を簡単な表式で表わすことはできないが, 強分散領域 ($q_x R_c \gg 1$, R_c はサイクロトロン半径) では no-retardation の近似 ($q_x c \gg \omega_p$) が十分良い近似になり, その場合には分散式は磁場が無い場合と同じ形の次の表式で与えられる。^{1), 2)}

$$-1 = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} dq_x \frac{q_x}{q_x^2 \epsilon_{xx} + q_x^2 \epsilon_{zz}}$$

ϵ_{xx} , ϵ_{zz} には量子振動を無視して Cohen, Harrison and Harrison の表式を使い, また Bessel 関数の漸近展開に現れる振動項を無視すると, 表面波の振動数 ω が, サイクロトロン振動数 ω_c の整数倍に近いところに次の分散関係を満たす Surface mode が存在することが示される。

$$\frac{\omega}{\omega_p} \simeq \frac{n\omega_c}{\omega_p} + \frac{n\omega_c/\omega_p}{2X}$$

$$(X \equiv q_x R_c, \quad n \geq 1)$$

この分散関係は、Bulk の Cyclotron Wave の分散関係に近似的に等しい。またこの表面波は近似的に 2 種類の波の重ね合せで表わされ、一方は内部に深く浸透する縦波に近い成分であり、他方は浅く浸透する $x-z$ 面内の円偏波に近い成分である。

2. 弱分散領域

この領域 ($q_x R_c \gg 1$) で、 $\omega \simeq n\omega_c$ ($n \geq 2$) の時に、局所近似では現われない mode が出現することを no-retardation の近似の下で Horing et al.³⁾ が示している。我々は Bessel 関数の qR_c についての巾級数展開で、4 次以上の項を無視すれば、retardation 効果も含めた計算が可能になることに着目して、Chiu and Quinn⁴⁾ の方法で分散式、偏り、浸透厚などを計算した。詳細は省略して分散関係の一例だけを図 1 に示す。図は $\omega_p/\omega_c = 2.5$ 、 $\epsilon_L = 15.7$ (格子の誘電率) の場合の結果であって、

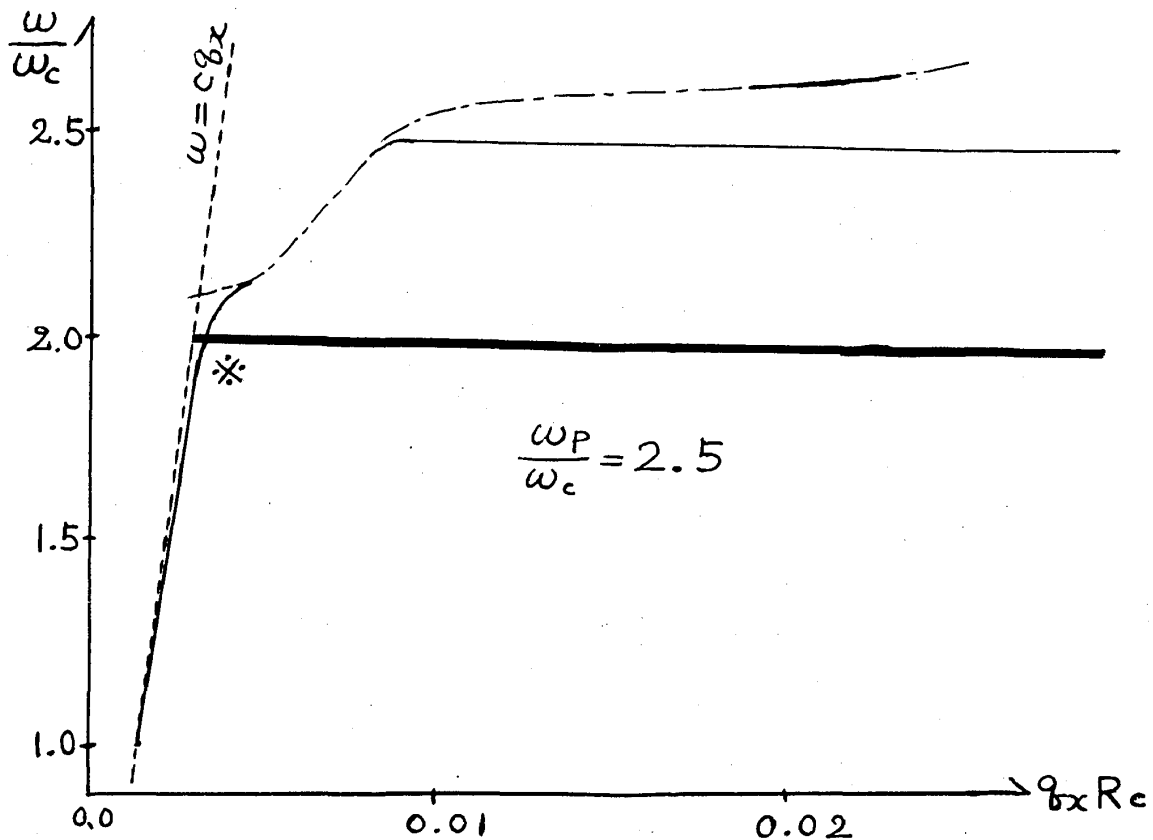


図 1 分散曲線、 $\frac{\omega}{\omega_c} \sim 2.0$ の付近は拡大図 (図 2) に示されている。

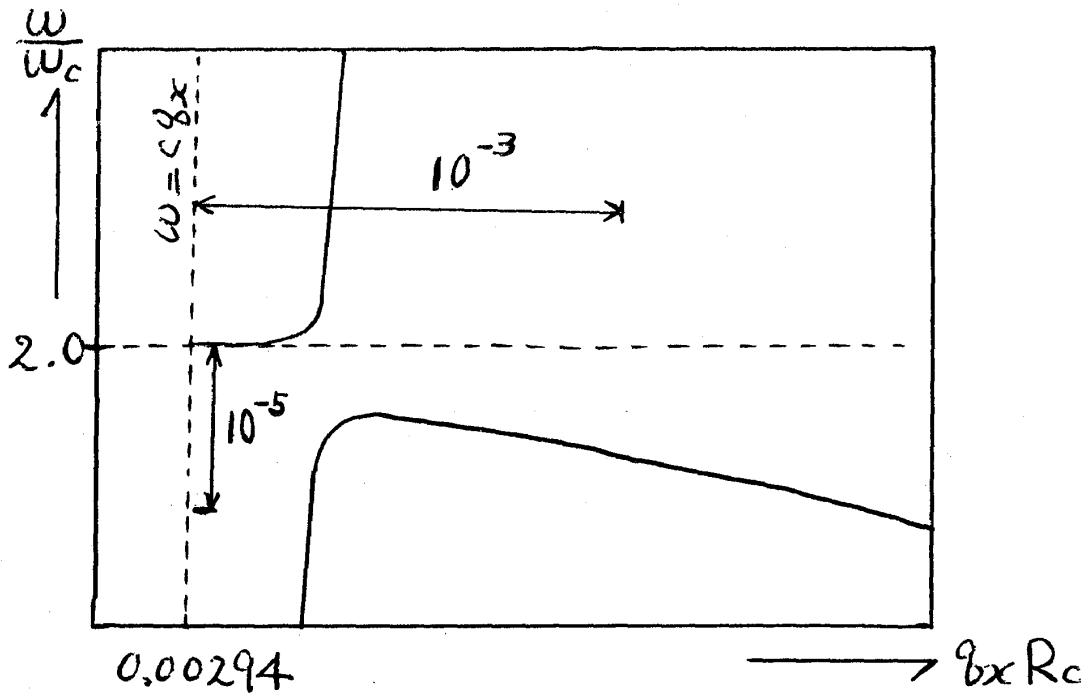


図2 拡大図 (※)

太線で書いた部分が局所近似では出現しなかった mode である。このモードは一般に $\omega \simeq n\omega_c$ ($n \geq 2$) の附近に現われ、局所近似で現われる分散曲線と交わる附近では、図の中の拡大図に示されている様に split する。またこのモードは $q_x R_c$ が大きくなると共に ω が減少し、 $q_x R_c \gg 1$ で現れたモードに上から近づいて行くが、中間領域での計算は困難である。

文 献

- 1) Y. Omura and M. Tsuji : J. Phys. Soc. Japan 38 No. 1 (1975)
to be Published
- 2) C. C. Cheng and E. G. Harris : Phys. of Fluids 12 (1969) 1262
- 3) N. J. Horing and M. Yildiz : Sol. State Commun. 12 (1973) 843
- 4) K. W. Chiu and J. J. Quinn : Nuovo Cimento 10B (1972) 1